



DEUTSCHES
PATENTAMT

- 21 Aktenzeichen: P 43 28 792.1-52
22 Anmeldetag: 26. 8. 93
43 Offenlegungstag: —
45 Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 8. 12. 94

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

- 73 Patentinhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

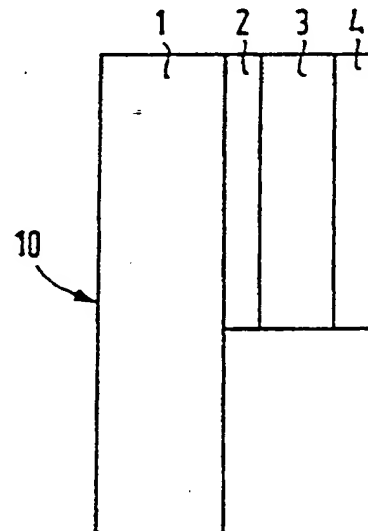
- 72 Erfinder:
Meixner, Hans, Prof. Dr., 85540 Haar, DE; Stein,
Dieter, Dipl.-Phys., 83607 Holzkirchen, DE; Hohm,
Dietmar, Dr., 90455 Nürnberg, DE

- 56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 31 49 909 A1
DE 29 11 216 A1

- 54 Detektoreinrichtung zur Detektierung von Flüssigkeitsfüllständen

- 57 Detektoreinrichtung zur Detektierung von Flüssigkeitsfüllständen mit einem als Sende/Empfangswandler dienenden Ultraschallwandler (10) und einem die vom Ultraschallwandler (10) ausgesandte Schallenergie auf ihn zurückreflektierenden Schallreflektor, bei welcher der Ultraschallwandler (10) mehrschichtig mit von Impedanzanpassungsschichten (2, 4) eingefasster piezoelektrischer Ultraschallwandler-schicht (3) auf einem Trägersubstrat (1) aufgebracht ist.



Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Detektoreinrichtung zur Detektierung von Flüssigkeitsfüllständen nach Patentanspruch 1.

Die Detektierung von Flüssigkeitsfüllständen kann durch Messung von Ultraschalllaufzeiten erfolgen. Dabei ist auch die Bestimmung von Grenzwerten mit Ultraschall-Meßsystemen, beispielsweise mittels Ultraschall-Gabelschranken für die Kfz-Ölstandsmessung möglich. Eine derartige Messung mittels einer Ultraschall-Gabelschranke ist beispielsweise aus der DE-OS 31 49 909 bekannt.

Eine derartige Gabelschranke ist im Prinzip so aufgebaut, daß auf jeweils einem Schenkel einer generell U-förmigen Gabel ein Ultraschallsender bzw. ein Ultraschallempfänger angeordnet ist. Der Ultraschallsender und der Ultraschallempfänger sind dabei gleich aufgebaut.

Je nachdem, ob die den Ultraschallsender und den Ultraschallwandler tragende Gabel in die Flüssigkeit eingetaucht ist, deren Füllstand bestimmt werden soll, ergeben sich aufgrund der unterschiedlichen akustischen Eigenschaften des Ultraschallsender und Ultraschallempfänger umgebenden Mediums — Flüssigkeit bzw. Gas — unterschiedliche Laufzeiten für die zwischen Sender und Empfänger laufende Welle, welche zur Beurteilung des Füllstandes elektrisch auswertbar sind.

Aus der DE-OS 29 11 216 ist weiterhin ein Flüssigkeitsstandsanzeiger mit einem Ultraschallgeber- und Empfänger bekannt, bei dem Ultraschallgeber und Ultraschallempfänger zur Bildung einer Meßstrecke in einem Abstand voneinander sich gegenüberliegend angeordnet sind und in einem Frequenzbereich arbeiten, in dem eine meßbare Differenz der Ultraschall-Leitfähigkeit bzw. -Dämpfung zwischen den in die Meßstrecke gelangenden unterschiedlichen Medien auftritt. Ein derartiger Flüssigkeitsstandsanzeiger entspricht im Prinzip der oben angegebenen Gabelschranke nach der DE-OS 31 49 909.

Bestimmte Flüssigkeiten, wie z. B. Motoröl bei tiefen Temperaturen von etwa -40°C besitzen eine hohe Ultraschallabsorption. Die akustische Sendeleistung und Abklingzeitkonstante bekannter Systeme reichen daher für eine zuverlässige Detektierung bei gleichzeitig einfachem Aufbau des Systems nicht aus.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde eine Detektoreinrichtung der in Rede stehenden Art mit erhöhter Ultraschalleistung und kleiner akustischer Abklingzeitkonstante anzugeben.

Diese Aufgabe wird bei einer Detektoreinrichtung der eingangs genannten Art erfindungsgemäß durch die Merkmale des Patentanspruchs 1 gelöst.

Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand von Unteransprüchen.

Die Erfindung wird im folgenden anhand von Ausführungsbeispielen gemäß den Figuren der Zeichnung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer in einem Flüssigkeitsbehälter angeordneten erfindungsgemäßen Detektoreinrichtung; und

Fig. 2 eine Darstellung eines Schichtaufbaus eines erfindungsgemäß ausgebildeten Sende/Empfangs-Ultraschallwandlers.

Gemäß Fig. 1 ist in einem eine Flüssigkeit 13 enthaltenden Behälter 12 — hier unterhalb des Flüssigkeitspe-

gels 14 — eine Detektoreinrichtung zur Detektierung des Füllstandes der Flüssigkeit 13 angeordnet. Diese Detektoreinrichtung ist generell in an sich bekannter Weise nach Art der oben erläuterten Gabelschranke aufgebaut.

Im Gegensatz zu der bekannten Gabelschranke ist jedoch auf einem Schenkel einer Gabel 15 ein Sende/Empfangs-Ultraschallwandler 10 angeordnet, der sowohl Ultraschallenergie in die Flüssigkeit 13 abstrahlt, als auch von einem auf dem anderen Schenkel der Gabel 15 angeordneten Schallreflektor 11 Ultraschallenergie empfängt. Weiterhin ist in noch näher zu erläuternder Weise im Bereich des Sende/Empfangs-Ultraschallwandlers 10 eine Auswertelektronik 16 für elektrische Information vom Sende/Empfangs-Ultraschallwandler 10 vorgesehen.

Gemäß Fig. 2 ist der Sende/Empfangs-Ultraschallwandler 10 erfindungsgemäß derart mehrschichtig aufgebaut, daß auf einem Trägersubstrat 1 eine erste Impedanzanpassungsschicht 2, auf dieser eine piezoelektrische Ultraschallwandlerschicht 3 sowie darauf eine zweite Impedanzanpassungsschicht 4 vorgesehen ist.

Die akustischen Impedanzen der Materialien der vorgenannten Schichten sind so gewählt, daß die akustische Impedanz des Materials der ersten Impedanzanpassungsschicht 2 klein gegen die akustische Impedanz des Materials des Trägersubstrats 1 und der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht 3 und die akustische Impedanz des Materials der zweiten Impedanzanpassungsschicht 4 näherungsweise gleich der Quadratwurzel aus dem Produkt der akustischen Impedanzen des Materials der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht 3 und der Flüssigkeit 13 ist. Die akustische Impedanz ist dabei jeweils durch das Produkt aus Schallreflexionsgrad und Schallgeschwindigkeit des Schichtmaterials gegeben.

Weiterhin ist erfindungsgemäß vorgesehen, daß die Dicken d_1 bis d_4 der Schichten 1 bis 4 so gewählt sind, daß

$$d_1 > L_1/2$$

$$d_2 = L_2/4$$

$$d_3 = L_3/2$$

$$d_4 = L_4/4$$

gilt, wobei d_1 die Dicke der Substratschicht 1, d_2 die Dicke der ersten Impedanzanpassungsschicht 2, d_3 die Dicke der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht 3 und d_4 die Dicke der zweiten Impedanzanpassungsschicht 4 und L_1 bis L_4 die jeweilige Schallwellenlänge in den Schichten 1 bis 4 bedeuten.

Durch den erfindungsgemäßen Aufbau des Sende-/Empfangs-Ultraschallwandlers 10 wird erreicht, daß eine Abstrahlung nur in einer Achsrichtung, nämlich vom Sende/Empfangs-Ultraschallwandler 10 zum Schallreflektor 11 gemäß Fig. 1, eine geringere Schallreflexion an der Grenzfläche zwischen Sende/Empfangs-Ultraschallwandler und Flüssigkeit 13, d. h. eine bessere akustische Kopplung, eine kürzere akustische Abklingzeit des Sende/Empfangs-Ultraschallwandlers 10 sowie eine wesentlich erhöhte akustische Schalleistung erreicht werden.

Die kürzere Abklingzeit ist insbesondere von Bedeutung, weil die piezoelektrische Ultraschallwandlerschicht 3 impulsmäßig angesteuert wird und damit bei kürzerer Abklingzeit nach Aussenden eines Impulses innerhalb kurzer Zeit bereits der Empfang von vom Schallreflektor 11 reflektierter Schallenergie durch

eben, den piezoelektrischen Ultraschallwandler 3 störungsfrei möglich ist.

Die erfindungsgemäße Detektoreinrichtung gestaltet sich weiterhin dadurch auch einfacher, daß als Schallreflektor 11 in einfacher Weise ein schallreflektierendes Blech verwendbar ist.

Als Materialien für das Trägersubstrat 1 kommen Keramiken oder Metalle mit hoher akustischer Impedanz in Betracht. Für die erste Impedanzanpassungsschicht 2 kommen Kunststoffe oder Flüssigkeiten mit niedriger akustischer Impedanz in Betracht, während für die zweite Impedanzanpassungsschicht 4 Kunststoffe oder Leichtmetalle, wie z. B. Aluminium in Betracht kommen.

Das Material für die zweite Impedanzanpassungsschicht 4 kann dabei gleichzeitig eine der (nicht dargestellten) Elektroden der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht 3 sein. Es kann sich dabei beispielsweise um eine metallisierte Captonfolie handeln. Es sein in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen, daß aus Übersichtlichkeitsgründen in Fig. 2 Elektroden für die piezoelektrische Ultraschallwandlerschicht 3 nicht eigens dargestellt sind, da sich deren Aufbringung für den Fachmann von selbst versteht. Entsprechendes gilt für das Material der ersten Impedanzanpassungsschicht 2 für den Fall von Flüssigkeiten, für den in Fig. 2 aus Übersichtlichkeitsgründen ebenfalls ein geeignetes Behältnis nicht dargestellt ist, dessen Ausbildung sich aber für den Fachmann ebenfalls von selbst versteht.

Die Schichten 1 bis 4 können in Weiterbildung der Erfindung eine von der Kreisform verschiedene Form oder Kreisform besitzen, wobei im letzteren Falle der Kreisdurchmesser wenigstens um den Faktor 15 größer als die Dicke der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht 3 ist. Durch derartige Formen kann eine Kopplung von radialen Schwingungsmoden mit der Grundmode der Dickenschwingung vermieden werden. Bei der vorstehend genannten Dimensionierung der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht 3 erhöht sich die Auslenkung und damit der Schalldruck des Wandlers, wodurch wiederum die Resonanzfrequenz ansteigt und die Abklingzeit weiter gesenkt wird.

Der erfindungsgemäß ausgebildete Sende/Empfangs-Ultraschallwandler 10 ermöglicht es darüber hinaus in vorteilhafter Weise, eine Auswerteelektronik in Form einer Hybridelektronik direkt auf dem Trägersubstrat 1 anzuordnen. Dies ist in Fig. 1 durch die Auswerteelektronik 16 schematisch dargestellt.

Patentansprüche

1. Detektoreinrichtung zur Detektierung von Flüssigkeitsfüllständen mit einem Sende/Empfangs-Ultraschallwandler (10), der Ultraschalleistung in einen die Flüssigkeit (13) enthaltenden Raum (12) abstrahlt, in dem sich ein die ausgesandte Ultraschalleistung auf den Sende/Empfangs-Ultraschallwandler (10) zurückreflektierender Schallreflektor (11) befindet, und die zurückreflektierte Ultraschalleistung wieder empfängt, mit den Merkmalen, daß der Sende/Empfangs-Ultraschallwandler (10) mit einem Trägersubstrat (1), einer ersten auf dem Trägersubstrat (10) vorgesehenen Impedanzanpassungsschicht (2), einer auf der ersten Impedanzanpassungsschicht (2) vorgesehenen piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht (3) sowie einer auf der piezoelektrischen Ultraschallwandler-

schicht (3) vorgesehenen zweiten Impedanzanpassungsschicht (4) ausgebildet ist,

daß die akustische Impedanz des Materials der ersten Impedanzanpassungsschicht (2) klein gegen die akustische Impedanz des Materials des Trägersubstrats (1) und der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht (3) und die akustische Impedanz des Materials der zweiten Impedanzanpassungsschicht (4) näherungsweise gleich der Quadratwurzel aus dem Produkt der akustischen Impedanzen des Materials der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht (3) und der Flüssigkeit (13) ist und die Dicken (d_1 bis d_4) der Schichten (1 bis 4) so gewählt sind, daß

$$d_1 > L_1/2$$

$$d_2 = L_2/4$$

$$d_3 = L_3/2$$

$$d_4 = L_4/4$$

gilt, wobei

d_1 die Dicke der Substratschicht (1), d_2 die Dicke der ersten Impedanzanpassungsschicht (2), d_3 die Dicke der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht (3) und d_4 die Dicke der zweiten Impedanzanpassungsschicht (4) und L_1 bis L_4 die Schallwellenlängen in den Schichten (1 bis 4) bedeuten.

2. Detektoreinrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Schallreflektor (11) ein Blech ist.

3. Detektoreinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (1 bis 4) eine von der Kreisform verschiedene Form besitzen.

4. Detektoreinrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Schichten (1 bis 4) Kreisform besitzen und daß der Kreisdurchmesser wenigstens um den Faktor 15 größer als die Dicke der piezoelektrischen Ultraschallwandlerschicht (3) ist.

5. Detektoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für das Trägersubstrat (1) eine Keramik oder ein Metall mit großer akustischer Impedanz Verwendung findet.

6. Detektoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die erste Impedanzanpassungsschicht (2) ein Kunststoff oder eine Flüssigkeit mit kleiner akustischer Impedanz Verwendung findet.

7. Detektoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die piezoelektrische Ultraschallwandlerschicht (3) eine PZT-Keramik Verwendung findet.

8. Detektoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die zweite Impedanzanpassungsschicht (4) ein Kunststoff oder ein Leichtmetall Verwendung findet.

9. Detektoreinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß als Material für die zweite Impedanzanpassungsschicht (4) Aluminium Verwendung findet.

10. Detektoreinrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß das Metall für die zweite Impedanzanpassungsschicht (4) eine Elektrode für die piezoelektrische Ultraschallwandlerschicht (3) bil-

det.

11. Detektoreinrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß für die zweite Impedanzanpassungsschicht (4) als Elektrode für die piezoelektrische Ultraschallwandlerschicht (3) eine metallisierte Captonfolie Verwendung findet.

12. Detektoreinrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Trägersubstrat (1) eine Detektorauswerteelektronik (16) vorgesehen ist.

10

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG 1

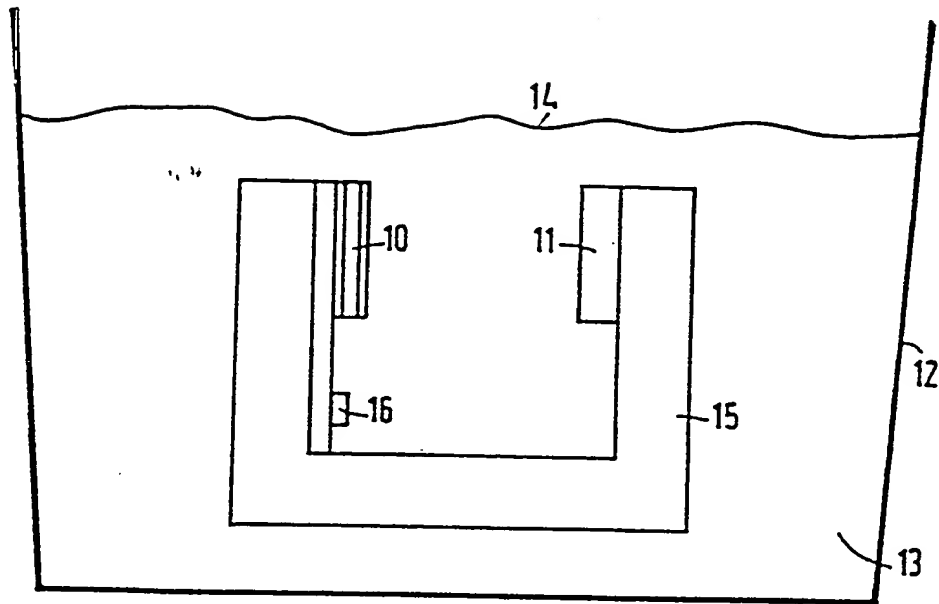


FIG 2

